



SEP-116-A

3661 #2
ID
10-15-01IN THE UNITED STATES PATENT AND TRADEMARK OFFICE

Applicant:	T. Nagai et al.	Confirmation
Serial Number:	09/866,151	Number: 5617
Filed:	26 May 2001	Group Art Unit: 3661
Examiner:	Unknown	
Title:	POSITION DETECTION APPARATUS, POSITION DETECTION METHOD AND POSITION DETECTION PROGRAM	

RECEIVED

OCT 01 2001

TRANSMITTAL OF PRIORITY DOCUMENTS

Assistant Commissioner For Patents
Washington, D.C. 20231

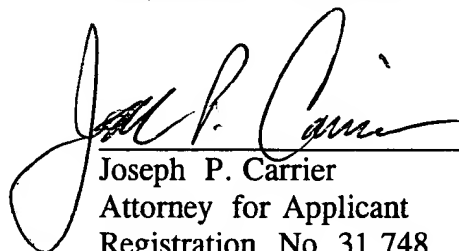
*O 3600 MAIL ROOM

Sir:

In connection with the above-identified application, applicant encloses for filing a certified copy of: Japanese Patent Application No. 2000-157299, filed 26 May 2000 and Japanese Patent Application No. 2001-124943, filed 23 April 2001, to support applicant's claim for Convention priority under 35 USC §119.

Respectfully submitted,

Customer Number 21828
Carrier, Blackman & Associates, P.C.
24101 Novi Road, Suite 100
Novi, Michigan 48375
21 September 2001


Joseph P. Carrier
Attorney for Applicant
Registration No. 31,748
(248) 344-4422

RECEIVED
OCT 04 2001
Technology Center 2600

I hereby certify that this correspondence is being deposited with the U.S. Postal Service as first class mail in an envelope addressed to Assistant Commissioner For Patents, Washington, D.C. 20231 on 21 September 2001.

Dated: 21 September 2001
JPC/km
enclosures


Kathryn MacKenzie



本 国 特 許 庁
JAPAN PATENT OFFICE

別紙添付の書類に記載されている事項は下記の出願書類に記載されている事項と同一であることを証明する。

This is to certify that the annexed is a true copy of the following application as filed with this Office

出 願 年 月 日
Date of Application: — 2000年 5月26日

出 願 番 号
Application Number: 特願2000-157299

出 願 人
Applicant(s): 本田技研工業株式会社

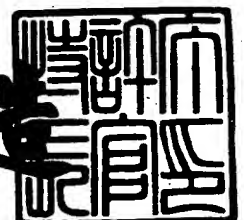
RECEIVED
OCT 04 2001
Technology Center 2600

CERTIFIED COPY OF
PRIORITY DOCUMENT

2001年 5月11日

特許庁長官
Commissioner,
Japan Patent Office

及 川 耕 造



【書類名】 特許願

【整理番号】 J82145A1

【提出日】 平成12年 5月26日

【あて先】 特許庁長官 殿

【国際特許分類】 G06F 15/62

【発明の名称】 位置検出装置、位置検出方法、及び位置検出プログラム
を記録した記録媒体

【請求項の数】 6

【発明者】

 【住所又は居所】 埼玉県和光市中央1丁目4番1号 株式会社本田技術研
究所内

 【氏名】 永井 孝明

【発明者】

 【住所又は居所】 埼玉県和光市中央1丁目4番1号 株式会社本田技術研
究所内

 【氏名】 松永 慎一

【発明者】

 【住所又は居所】 埼玉県和光市中央1丁目4番1号 株式会社本田技術研
究所内

 【氏名】 坂上 義秋

【特許出願人】

 【識別番号】 000005326

 【氏名又は名称】 本田技研工業株式会社

【代理人】

 【識別番号】 100064908

 【弁理士】

 【氏名又は名称】 志賀 正武

【選任した代理人】

 【識別番号】 100108578

【弁理士】

【氏名又は名称】 高橋 詔男

【選任した代理人】

【識別番号】 100101465

【弁理士】

【氏名又は名称】 青山 正和

【選任した代理人】

【識別番号】 100094400

【弁理士】

【氏名又は名称】 鈴木 三義

【選任した代理人】

【識別番号】 100107836

【弁理士】

【氏名又は名称】 西 和哉

【選任した代理人】

【識別番号】 100108453

【弁理士】

【氏名又は名称】 村山 靖彦

【手数料の表示】

【予納台帳番号】 008707

【納付金額】 21,000円

【提出物件の目録】

【物件名】 明細書 1

【物件名】 図面 1

【物件名】 要約書 1

【包括委任状番号】 9705358

【プルーフの要否】 要

【書類名】 明細書

【発明の名称】 位置検出装置、位置検出方法、及び位置検出プログラムを記録した記録媒体

【特許請求の範囲】

【請求項 1】 移動体の自己位置を検出する位置検出装置であって、
前記位置検出装置は、
前記移動体の前方視野の輝度画像を取得する輝度画像取得手段と、
前記輝度画像取得手段と同一の視野を有し、前記輝度画像取得手段が輝度画像を取得するのと同時に距離画像を取得する距離画像取得手段と、
少なくとも連続する 2 フレームの輝度画像からそれぞれ特徴点を抽出する特徴点抽出手段と、
前記特徴点抽出手段によって抽出された特徴点の 2 フレーム間の位置の変位量を前記距離画像に基づいて算出し、当該変位量から自己位置を算出するための基準特徴点を選択する基準特徴点選択手段と、
を備えたことを特徴とする位置検出装置。

【請求項 2】 移動体の自己位置を検出する位置検出装置であって、
前記位置検出装置は、
前記移動体の前方視野内の画像を取得する画像取得手段と、
前記移動体の移動に当たって基準となる基準特徴点を前記画像取得手段によって得られた画像に基づいて決定する基準点決定手段と、
自己の移動制御と前記基準点の観測量を拡張カルマンフィルタに代入して自己の位置を検出する位置検出手段と、
を備えたことを特徴とする位置検出装置。

【請求項 3】 移動体の自己位置を検出する位置検出方法であって、
前記位置検出方法は、
前記移動体の前方視野の輝度画像を取得する輝度画像取得過程と、
前記輝度画像と同一の視野を有し、前記輝度画像を取得するのと同時に距離画像を取得する距離画像取得過程と、
少なくとも連続する 2 フレームの輝度画像からそれぞれ特徴点を抽出する特徴

点抽出過程と、

前記特徴点抽出過程において抽出された特徴点の 2 フレーム間の位置の変位量を前記距離画像に基づいて算出し、当該変位量から自己位置を算出するための基準特徴点を選択する基準特徴点選択過程と、

を有することを特徴とする位置検出方法。

【請求項 4】 移動体の自己位置を検出する位置検出方法であって、

前記位置検出方法は、

前記移動体の前方視野内の画像を取得する画像取得過程と、

前記移動体の移動に当たって基準となる基準特徴点を前記画像に基づいて決定する基準点決定過程と、

自己の移動制御と前記基準点の観測量を拡張カルマンフィルタに代入して自己の位置を検出する位置検出過程と、

を有することを特徴とする位置検出方法。

【請求項 5】 移動体の自己位置を検出する位置検出プログラムを記録したコンピュータ読み取り可能な記録媒体であって、

前記位置検出プログラムは、

前記移動体の前方視野の輝度画像を取得する輝度画像取得処理と、

前記輝度画像と同一の視野を有し、前記輝度画像を取得するのと同時に距離画像を取得する距離画像取得処理と、

少なくとも連続する 2 フレームの輝度画像からそれぞれ特徴点を抽出する特徴点抽出処理と、

前記特徴点抽出処理において抽出された特徴点の 2 フレーム間の位置の変位量を前記距離画像に基づいて算出し、当該変位量から自己位置を算出するための基準特徴点を選択する基準特徴点選択処理と、

をコンピュータに行わせることを特徴とする位置検出プログラムを記録した記録媒体。

【請求項 6】 移動体の自己位置を検出する位置検出プログラムを記録したコンピュータ読み取り可能な記録媒体であって、

前記位置検出プログラムは、

前記移動体の前方視野内の画像を取得する画像取得処理と、

前記移動体の移動に当たって基準となる基準特徴点を前記画像に基づいて決定する基準点決定処理と、

自己の移動制御と前記基準点の観測量を拡張カルマンフィルタに代入して自己の位置を検出する位置検出処理と、

をコンピュータに行わせることを特徴とする位置検出プログラムを記録した記録媒体。

【発明の詳細な説明】

【0001】

【発明の属する技術分野】

本発明は、距離画像を用いてロボットや自動車が移動した際の自己の位置を検出する位置検出装置、位置検出方法、及び位置検出プログラムを記録した記録媒体に関する。

【0002】

【従来の技術及び発明が解決しようとする課題】

従来の車両の位置検出には、GPSやビーコンから発せられた情報を受信して、この情報を解析して自己の位置を検出するものがある。GPSやビーコンを使用した位置検出は、GPSやビーコンが発した電磁波を受信しなければならないために、電磁波の送信装置と自己に備えられた受信装置との間に電磁波を遮断する物体がある場合、自己の位置検出を行えなくなるという問題がある。特に屋内のみを移動するロボットなどは全く利用することができない。このため、車両に距離センサ及び方位センサを備え、これらのセンサの出力値に基づき、場合によっては道路地図データをマッチングすることによって、自己の位置を検出する位置検出装置がある。

しかしながら、この位置検出装置は、内部に道路地図データを備える必要があるとともに、距離センサや方位センサの出力値には誤差が含まれるために、距離センサや方位センサの出力値のみによる位置検出が長時間継続すると、検出誤差が累積されてしまい、検出された車両位置が実際の車両位置から大きくずれてしまうという問題がある。

【0003】

本発明は、このような事情に鑑みてなされたもので、ロボットや自動車が自律的に移動する際の自己の位置検出を簡単に行うことができる位置検出装置、位置検出方法、及び位置検出プログラムを記録した記録媒体を提供することを目的とする。

【0004】

【課題を解決するための手段】

請求項1に記載の発明は、移動体の自己位置を検出する位置検出装置であって、前記位置検出装置は、前記移動体の前方視野の輝度画像を取得する輝度画像取得手段と、前記輝度画像取得手段と同一の視野を有し、前記輝度画像取得手段が輝度画像を取得するのと同時に距離画像を取得する距離画像取得手段と、少なくとも連続する2フレームの輝度画像からそれぞれ特徴点を抽出する特徴点抽出手段と、前記特徴点抽出手段によって抽出された特徴点の2フレーム間の位置の変位量を前記距離画像に基づいて算出し、当該変位量から自己位置を算出するための基準特徴点を選択する基準特徴点選択手段とを備えたことを特徴とする。

【0005】

請求項2に記載の発明は、移動体の自己位置を検出する位置検出装置であって、前記位置検出装置は、前記移動体の前方視野内の画像を取得する画像取得手段と、前記移動体の移動に当たって基準となる基準特徴点を前記画像取得手段によって得られた画像に基づいて決定する基準点決定手段と、自己の移動制御と前記基準点の観測量を拡張カルマンフィルタに代入して自己の位置を検出する位置検出手段とを備えたことを特徴とする。

【0006】

請求項3に記載の発明は、移動体の自己位置を検出する位置検出方法であって、前記位置検出方法は、前記移動体の前方視野の輝度画像を取得する輝度画像取得過程と、前記輝度画像と同一の視野を有し、前記輝度画像を取得するのと同時に距離画像を取得する距離画像取得過程と、少なくとも連続する2フレームの輝度画像からそれぞれ特徴点を抽出する特徴点抽出過程と、前記特徴点抽出過程において抽出された特徴点の2フレーム間の位置の変位量を前記距離画像に基づい

て算出し、当該変位量から自己位置を算出するための基準特徴点を選択する基準特徴点選択過程とを有することを特徴とする。

【0007】

請求項4に記載の発明は、移動体の自己位置を検出する位置検出方法であって、前記位置検出方法は、前記移動体の前方視野内の画像を取得する画像取得過程と、前記移動体の移動に当たって基準となる基準特徴点を前記画像に基づいて決定する基準点決定過程と、自己の移動制御と前記基準点の観測量を拡張カルマンフィルタに代入して自己の位置を検出する位置検出過程とを有することを特徴とする。

【0008】

請求項5に記載の発明は、移動体の自己位置を検出する位置検出プログラムを記録したコンピュータ読み取り可能な記録媒体であって、前記位置検出プログラムは、前記移動体の前方視野の輝度画像を取得する輝度画像取得処理と、前記輝度画像と同一の視野を有し、前記輝度画像を取得するのと同時に距離画像を取得する距離画像取得処理と、少なくとも連続する2フレームの輝度画像からそれぞれ特徴点を抽出する特徴点抽出処理と、前記特徴点抽出処理において抽出された特徴点の2フレーム間の位置の変位量を前記距離画像に基づいて算出し、当該変位量から自己位置を算出するための基準特徴点を選択する基準特徴点選択処理とをコンピュータに行わせることを特徴とする。

【0009】

請求項6に記載の発明は、移動体の自己位置を検出する位置検出プログラムを記録したコンピュータ読み取り可能な記録媒体であって、前記位置検出プログラムは、前記移動体の前方視野内の画像を取得する画像取得処理と、前記移動体の移動に当たって基準となる基準特徴点を前記画像に基づいて決定する基準点決定処理と、自己の移動制御と前記基準点の観測量を拡張カルマンフィルタに代入して自己の位置を検出する位置検出処理とをコンピュータに行わせることを特徴とする。

【0010】

この発明によれば、連続する2フレームの画像から同一の静止物体を抽出し、

この静止物体の変位を求め、この変位量から自己の移動量を求めるようにしたため、精度良く自己位置の検出を行うことができるという効果が得られる。また、静止物体の抽出を自己で行うようにしたため、予め静止物体の位置が定義されたマップ等を備える必要がなく、構成を簡単にすることが可能となる。さらに、道路地図データ等のマップを備える必要がないために、構成を簡単にすることができるとともに、未知の場所へ移動することが可能となり移動体の行動範囲の制限をなくすことができるという効果も得られる。

【0011】

【発明の実施の形態】

以下、本発明の一実施形態による位置検出装置を図面を参照して説明する。図1は同実施形態の構成を示すブロック図である。ここでは、図1に示す位置検出装置は屋内を移動する自律走行のロボットに備えられているものとして説明する。この図において、符号1は、ロボットが移動する際の移動方向の視野内に存在する物体を撮像する2台のカメラであり、所定の間隔で設置され、互いの視野角は一致している。符号2は、カメラ1において得られた画像の1フレーム分をそれぞれ記憶する距離画像記憶部であり、2フレーム分の画像メモリからなる。符号3は、画像記憶部2に記憶されている2フレームの画像から距離画像を生成する距離画像生成部である。符号4は、距離画像生成部3において生成された距離画像を記憶する距離画像記憶部である。符号5は、画像記憶部2または距離画像記憶部4に記憶されている画像から特徴点を抽出する特徴点抽出部である。符号6は、特徴点抽出部5における特徴点抽出結果に基づいて自己の位置の検出を行う位置検出部である。符号7は、位置検出部6による位置検出結果を参照してロボットの移動を制御する移動制御部である。

【0012】

ここで、以下の説明において用いる座標系を定義する。ロボットが初期状態であるときの前方の距離方向をY軸、ロボットの左右方向をX軸、鉛直方向をZ軸とし、これらの3軸は互いに直交している。また、以下でいう距離とは、カメラ1から各物体までの直線距離である。したがって、距離画像データは、カメラ1の視野における物体表面の測定点の3次元座標値の集合である。

【 0 0 1 3 】

次に、図面を参照して、図 1 に示す位置検出装置の動作を説明する。図 2 は、特徴点抽出部 5 及び位置検出部 6 が画像記憶部 2 に記憶されている輝度画像と、距離画像記憶部 4 に記憶されている距離画像とから自己の位置検出を行う動作を示すフローチャートである。

【 0 0 1 4 】

まず、2 台のカメラ 1 は、輝度画像を取得し、画像記憶部 2 へそれぞれ格納する。続いて、画像記憶部 2 に輝度画像が記憶されたのを受けて距離画像生成部 3 は、2 フレームの輝度画像から距離画像を生成し、距離画像記憶部 4 へ格納する。ここでは、一例として各測定点の距離を 2 5 6 階調で表現するものとする。通常の画像の画素は、センサの視野内における物体表面の輝度を表現したものであるが、距離画像の画素は、センサの視野内における物体表面までの距離を 2 5 6 階調で表現したものである。したがって、距離画像中の画素の位置によって座標原点からの 3 次元空間に存在する物体表面上の 1 点への方向を特定することができ、さらにこの画素が持つ距離の情報によって 3 次元空間に存在する物体の表面上の 1 点を特定することができる。なお、より精度が必要な場合には、レーダを併用するなどして精度を向上させることもできる。さらに、距離データを 2 5 6 階調で表現せずに、距離センサの出力値をそのまま使用するようにしてもよい。カメラ 1 と距離画像生成部 3 は、この動作を繰り返し実行する。

【 0 0 1 5 】

一方、特徴点抽出部 5 は、画像記憶部 2 に記憶されている画像を読み出す（ステップ S 1）。なお、特徴点抽出部 5 は、距離画像記憶部 4 に記憶されている距離画像を読み出し、この距離画像から特徴点を抽出するようにしてもよい。

【 0 0 1 6 】

次に、特徴点抽出部 5 は、読み出した輝度画像から特徴点を抽出して、この特徴点を特徴点抽出部 5 内に保存する（ステップ S 2）。ここでいう特徴点とは、通常画像処理で用いられる不変特徴量に相当し、画像中に現れている像を特徴付ける点のことである。この特徴点の抽出は、例えば画像に対してエッジ検出処理を施し、検出されたエッジを構成する点を選択することによって行う。特徴点は

、入力画像から抽出した特徴点の集合と、入力画像の直前の画像から抽出した特徴点の集合の2種類の特徴点が保存される。この特徴点は、画像上の座標値が保存される。

【0017】

次に、位置検出部6は、特徴点抽出部5内に保存されている入力画像の特徴点を1つ読み出す（ステップS3）。続いて、位置検出部6は、特徴点抽出部5内に保存されている直前の画像の特徴点を1つ読み出す（ステップS4）。

【0018】

次に、位置検出部6は、2つの特徴点の確からしさCAを算出する（ステップS5）。ここで、図3を参照して、2つの特徴点の確からしさCAを算出する処理の詳細を説明する。まず、特徴点を抽出した入力画像に対して、特徴点の周囲にm画素×n画素（ただし、m、nは2以上の自然数）のマスクA1をかける。そして、直前画像の特徴点に周囲に対してもm画素×n画素（ただし、m、nは2以上の自然数）のマスクA2をかける。このとき、2つの特徴点に対するマスクの大きさ（m×n）は任意に決定してよいが、2つのマスクは大きさが同一でなければならない。

【0019】

続いて、マスクによってm×n画素分の画像データをそれぞれ抽出する。この抽出動作によって、256階調の輝度値（0～255の整数）を有したm×n個の輝度値の集合が得られる。そして、2つのマスクによって抽出した2つの輝度値の集合のうち、対応する画素毎の輝度値の減算を行い、その減算結果を加算することによって、確からしさCAを算出する。すなわち、

$$CA = | (g1_1 - g2_1) + (g1_2 - g2_2) + \dots + (g1_{mn} - g2_{mn}) |$$

によって算出される。この演算によれば、2つの輝度値集合が全く同一であれば確からしさCAは「0」となるはずである。したがって、この演算によって算出されたCAが小さいほど2つの特徴点が同一である可能性が高くなる。

【0020】

次に、位置検出部6は、算出した確からしさCAとしきい値TCを比較して（ス

テップ S 6)、CAがTCより小さい場合、2つの特徴点の座標値から変位ベクトル $d a$ を算出して、位置検出部 6 内に保存する（ステップ S 7）。一方、CAがTCより小さい場合、ステップ S 8 へ進む。

【 0 0 2 1 】

次に、位置検出部 6 は、直前の画像の特徴点の全てについて処理したか否かを判定し（ステップ S 8）、処理していなければステップ S 4 へ戻り処理を繰り返す。一方、直前の画像の特徴点の全てについて処理が終了した場合、位置検出部 6 は、入力画像の特徴点の全てについて処理したか否かを判定し（ステップ S 9）、処理していなければステップ S 3 へ戻り処理を繰り返す。一方、入力画像の特徴点の全てについて処理が終了した場合、ステップ S 1 0 へ進む。

【 0 0 2 2 】

このように、ステップ S 3 ～ S 9 の処理によって、入力画像と特徴点と直前画像と特徴点との対応付けがされ、さらに、対応付けされた特徴点の変位ベクトル $d a$ が算出されて保存された状態となる。ただし、変位ベクトル $d a$ が算出されるのは、2つの特徴点の確からしさが所定のしきい値 $T c$ を超えている場合のみであるために、算出される変位ベクトル $d a$ の個数は処理の度に異なる。

【 0 0 2 3 】

次に、位置検出部 6 は、保存されている変位ベクトル $d a$ を読み出し、平均変位ベクトル $T d$ を算出する（ステップ S 1 0）。

次に、位置検出部 6 は、保存されている変位ベクトル $d a$ を 1 つずつ読み出す（ステップ S 1 1）。

そして、位置検出部 6 は、 $|\text{ベクトル } T d - \text{ベクトル } d a|$ を算出してこの値が、所定のしきい値 A より小さいか否かを判定する（ステップ S 1 2）。この判定によって、算出された変位ベクトル $d a$ の各々が平均変位ベクトル $T d$ とどの程度の差を持っているかが判定される。

【 0 0 2 4 】

この判定の結果、算出した差（ $|\text{ベクトル } T d - \text{ベクトル } d a|$ ）がしきい値 A より小さい場合、位置検出部 6 は、該当する変位ベクトル $d a$ を算出するとき用いられた特徴点を静止物体であると判断する（ステップ S 1 3）。一方、し

きい値Aより大きい場合、位置検出部6は、該当する変位ベクトル d_a を算出するときに用いられた特徴点を移動物体と判断する（ステップS14）。この処理は、算出された全ての変位ベクトル d_a に対して行われ（ステップS15）、これによって、特徴点の各々について、静止物体であるか移動物体であるかの判断が行われる。

【0025】

次に、位置検出部6は、静止物体であると判断された特徴点のうち、確からしさCAが上位の特徴点を抽出する（ステップS16）。ここでいう確からしさCAが上位とは、CAの値が小さいほど上位であることを意味する。この抽出処理によって抽出される特徴点は、入力画像の特徴点と対になる直前の画像の特徴点であり、これらの特徴点が移動量算出の基準特徴点となる。

【0026】

次に、位置検出部6は、抽出した基準特徴点に基づいて、直前の画像を取得した時点から現時点の画像（入力画像）を取得した時点までにロボットが移動した量を算出する（ステップS17）。ここで、図4、5を参照して、移動量を算出する原理を説明する。図4は、ロボットが座標系の原点にある時の状態を示す説明図である。この座標系は、ロボットが初期状態であるときに定義される座標系であり、ロボットは向いている方向をY軸、このY軸に直交する方向をX軸とするものである。図4において、Z1、Z2はそれぞれ建造物内の柱などの特徴点であり、前述した処理によって抽出される。ロボットが画像を取得することによって得られる情報は、図4に示す特徴点Z1までの距離 l_1 と角度 θ_1 及び特徴点Z2までの距離 l_2 、角度 θ_2 である。

【0027】

したがって、下記の（1）～（4）式によって、各特徴点の座標値（ x_1 , y_1 ）、（ x_2 , y_2 ）を得ることができる。

$$x_1 = l_1 \cdot \cos \theta_1 \cdots \cdots (1)$$

$$y_1 = l_1 \cdot \sin \theta_1 \cdots \cdots (2)$$

$$x_2 = l_2 \cdot \cos \theta_2 \cdots \cdots (3)$$

$$y_2 = l_2 \cdot \sin \theta_2 \cdots \cdots (4)$$

【 0 0 2 8 】

そして、ロボットが移動し、図 5 に示す状態になった時に得られる特徴点 Z1 までの距離 l_1 と角度 θ_1 及び特徴点 Z2 までの距離 l_2 、角度 θ_2 と、直前の画像において算出した特徴点 Z1、Z2 の座標値 (x_1, y_1) 、 (x_2, y_2) とから、ロボットの回転角 ϕ とロボットの位置 (x_k, y_k) を (5) ~ (8) 式によって算出する。

$$x_1 = l_1 \cdot \cos(\theta_1 + \phi) + x_k \cdots (5)$$

$$y_1 = l_1 \cdot \sin(\theta_1 + \phi) + y_k \cdots (6)$$

$$x_2 = l_2 \cdot \cos(\theta_2 + \phi) + x_k \cdots (7)$$

$$y_2 = l_2 \cdot \sin(\theta_2 + \phi) + y_k \cdots (8)$$

これによって、ロボットの回転角 ϕ とロボットの位置 (x_k, y_k) を求めることができる。また、現時点のロボット位置座標から直前のロボット位置座標を減算すれば移動量を算出することができる。

【 0 0 2 9 】

なお、ロボットの移動量は、抽出した基準特徴点に基づき、カルマンフィルタを使用して算出するようにしてもよい。カルマンフィルタを用いることによって、外乱ノイズなどを考慮してロボットの移動量を算出することができる。

【 0 0 3 0 】

ここで、カルマンフィルタを用いた場合の移動量算出の処理について説明する。ここで用いるカルマンフィルタは拡張カルマンフィルタであり、状態方程式を (9) ~ (11) 式に示す。ただし、ここで用いる座標系は、図 4、5 に示す座標系と同一であり、また、行列の中で用いられる式も (5) ~ (8) 式と同様である。ただし、この拡張カルマンフィルタには、システムノイズと計測ノイズが状態方程式中に定義されている点が異なる。

【数 1】

$$\begin{bmatrix} x_{k+1} \\ y_{k+1} \\ \phi_{k+1} \\ T_{k+1} \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} x_k + T \cos \phi_k \\ y_k + T \sin \phi_k \\ \phi_k \\ 0 \end{bmatrix} + \begin{bmatrix} 0 \\ 0 \\ \Delta \phi_k \\ \Delta T_k \end{bmatrix} + \begin{bmatrix} 0 \\ 0 \\ \nu_\phi \\ \nu_T \end{bmatrix} \text{---- (9)}$$

ここで、添え字 $k+1$ は現時点の画像取得したタイミングを表し、 k は直前の画像を取得したタイミングを表している。また、 T は移動量、 ϕ はロボットの回転角、 ν はシステムノイズを表している。

【数 2】

$$\begin{bmatrix} x_1 \\ y_1 \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} l_1 \cos(\theta_1 + \phi) + x_k \\ l_1 \sin(\theta_1 + \phi) + y_k \end{bmatrix} + \begin{bmatrix} \omega_1 \\ \omega_2 \end{bmatrix} \text{---- (10)}$$

【数 3】

$$\begin{bmatrix} x_2 \\ y_2 \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} l_2 \cos(\theta_2 + \phi) + x_k \\ l_2 \sin(\theta_2 + \phi) + y_k \end{bmatrix} + \begin{bmatrix} \omega_1 \\ \omega_2 \end{bmatrix} \text{---- (11)}$$

ここで、 ω は計測ノイズを表している。また、(10)式は、特徴点 Z_1 の計測モデルを表し、(11)式は、特徴点 Z_2 の計測モデルを表している。

【0 0 3 1】

ここに示した(9)～(11)式は図2に示すステップS17における処理に用いられるものであり、これらの式を画像が取得される度に演算を行うことによって、ロボットの回転角 ϕ とロボットの位置 (x_k, y_k) を求めることができる。また、現時点のロボット位置座標から直前のロボット位置座標を減算すれば移

動量を算出することができる。この拡張カルマンフィルタを用いることによって、前述した（１）～（８）式によって算出するのに比べ、システムノイズ及び計測ノイズが考慮されているために精度良くロボットの位置検出を行うことができる。

【 0 0 3 2 】

算出された移動量は、移動制御部 7 へ通知され、移動制御部 7 においては、この移動量に基づいて、ロボットの移動制御が行われる。また、移動制御部 7 は、位置検出をする必要がある場合に、特徴点抽出部 5 に対して位置検出指示を出力する。この位置検出指示を受けて、特徴点抽出部 5 は図 2 に示す処理を開始する。このようにすることによって、例えば、図 1 に示す位置検出装置を自動車に備え、トンネル等へ進入した時点で画像による位置検出を行うようにすれば、GPS による位置検出ができなくなった場合であっても位置検出を継続することができる。

【 0 0 3 3 】

このように、連続する 2 フレームの画像から同一の静止物体を抽出し、この静止物体の変位を求め、この変位量から自己の移動量を求めるようにしたため、精度良く自己位置の検出を行うことができる。

【 0 0 3 4 】

なお、図 1 に示す距離画像生成部 3 は、電磁波を用いたレーダ等に置き換えてもよい。このとき、レーダの計測視野を図 1 に示すカメラ 1 と同一になるように設定する。また、レーダ等を用いて距離画像を得る場合は、輝度画像を得るカメラ 1 は 1 台のみを備えていればよい。

【 0 0 3 5 】

また、移動体が移動している場合、特徴点に近づくに従いフレームから特徴点が外れてしまうことがあり、位置の検出ができなくなってしまうため、複数の特徴点全てについて図 2 に示す処理を行うことによって、移動量を算出する特徴点を次々に切り替えていくようにする。ただし、この場合、移動体から離れるにしたがって、計測距離の誤差が移動体から近い場合に比べて大きくなるため、フレーム内に存在する特徴点のうち距離が短い特徴点を優先的に選択して移動量の算

出を行うようにすれば、移動の精度が悪化することを防止することができる。

【0036】

また、図2に示す処理を実現するためのプログラムをコンピュータ読み取り可能な記録媒体に記録して、この記録媒体に記録されたプログラムをコンピュータシステムに読み込ませ、実行することにより位置検出処理を行ってもよい。なお、ここでいう「コンピュータシステム」とは、OSや周辺機器等のハードウェアを含むものとする。また、「コンピュータシステム」は、WWWシステムを利用している場合であれば、ホームページ提供環境（あるいは表示環境）も含むものとする。また、「コンピュータ読み取り可能な記録媒体」とは、フロッピーディスク、光磁気ディスク、ROM、CD-ROM等の可搬媒体、コンピュータシステムに内蔵されるハードディスク等の記憶装置のことをいう。さらに「コンピュータ読み取り可能な記録媒体」とは、インターネット等のネットワークや電話回線等の通信回線を介してプログラムが送信された場合のサーバやクライアントとなるコンピュータシステム内部の揮発性メモリ（RAM）のように、一定時間プログラムを保持しているものも含むものとする。

【0037】

また、上記プログラムは、このプログラムを記憶装置等に格納したコンピュータシステムから、伝送媒体を介して、あるいは、伝送媒体中の伝送波により他のコンピュータシステムに伝送されてもよい。ここで、プログラムを伝送する「伝送媒体」は、インターネット等のネットワーク（通信網）や電話回線等の通信回線（通信線）のように情報を伝送する機能を有する媒体のことをいう。また、上記プログラムは、前述した機能の一部を実現するためのものであっても良い。さらに、前述した機能をコンピュータシステムにすでに記録されているプログラムとの組み合わせで実現できるもの、いわゆる差分ファイル（差分プログラム）であっても良い。

【0038】

【発明の効果】

以上説明したように、この発明によれば、連続する2フレームの画像から同一の静止物体を抽出し、この静止物体の変位を求め、この変位量から自己の移動量

を求めるようにしたため、精度良く自己位置の検出を行うことができるという効果が得られる。また、静止物体の抽出を自己で行うようにしたため、予め静止物体の位置が定義されたマップ等を備える必要がなく、構成を簡単にすることが可能となる。さらに、道路地図データ等のマップを備える必要がないために、構成を簡単にすることができるとともに、未知の場所へ移動することが可能となり移動体の行動範囲の制限をなくすことができるという効果も得られる。

【図面の簡単な説明】

【図 1】 本発明の一実施形態の構成を示すブロック図である。

【図 2】 図 1 に示す特徴点抽出部 5 及び位置検出部 6 の動作を示すフローチャートである。

【図 3】 2 つの特徴点の確からしさ CA を算出する処理を示す説明図である。

【図 4】 ロボットが座標系の原点にある時の状態を示す説明図である。

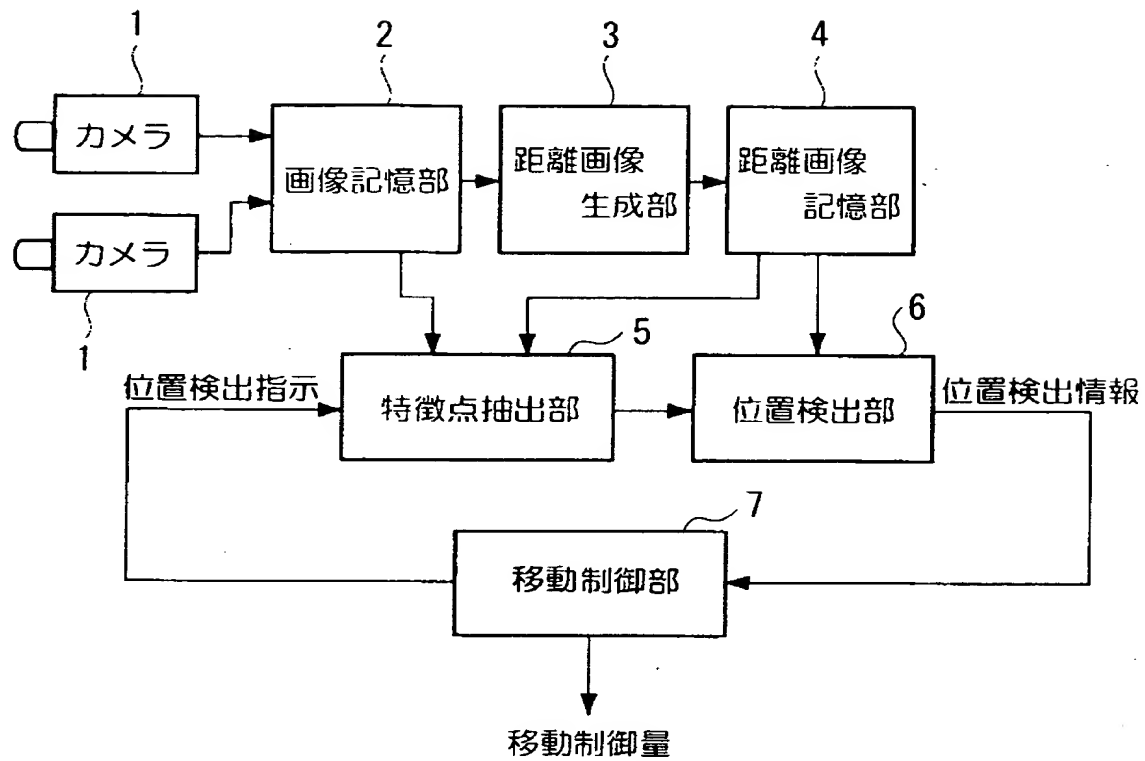
【図 5】 ロボットが移動した場合の状態を示す説明図である。

【符号の説明】

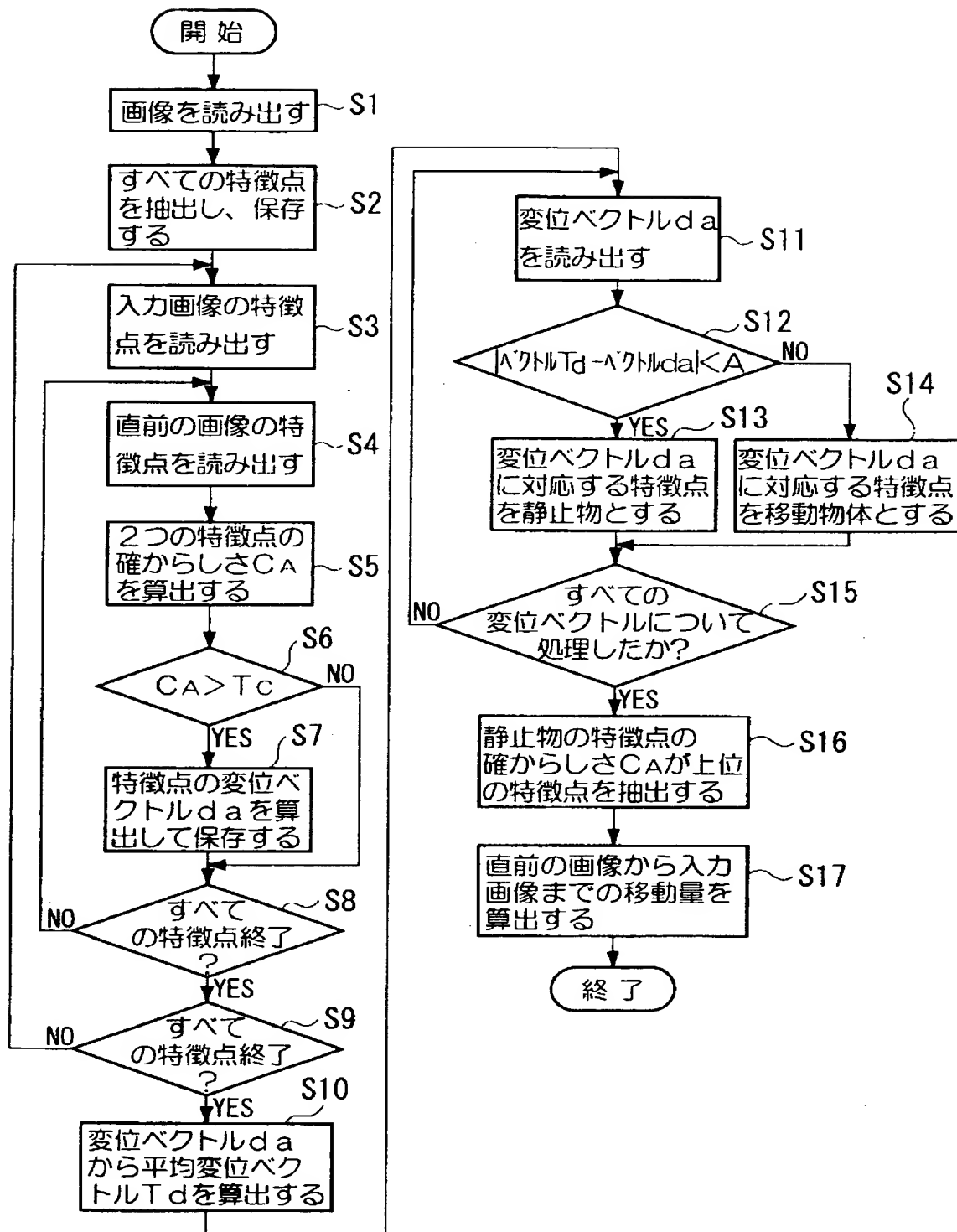
- 1 . . . カメラ、
- 2 . . . 画像記憶部、
- 3 . . . 距離画像生成部、
- 4 . . . 距離画像記憶部、
- 5 . . . 特徴点抽出部、
- 6 . . . 位置検出部、
- 7 . . . 移動制御部。

【書類名】 図面

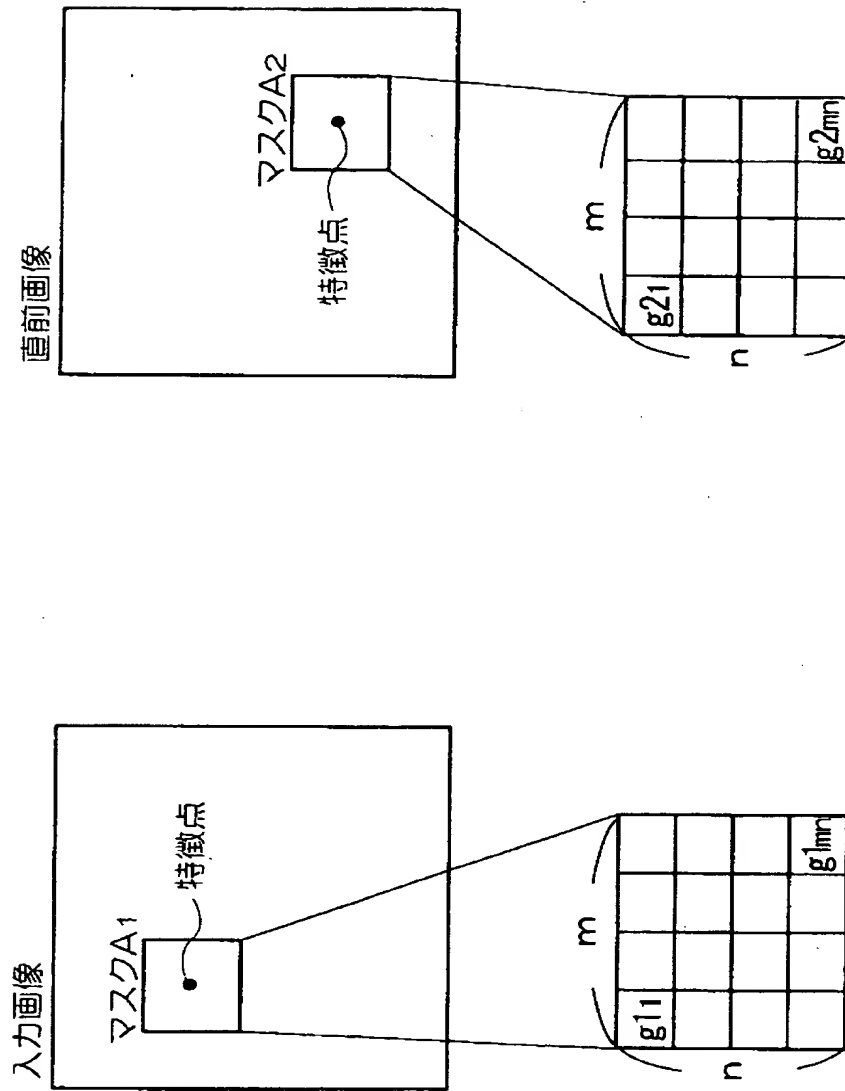
【図 1】



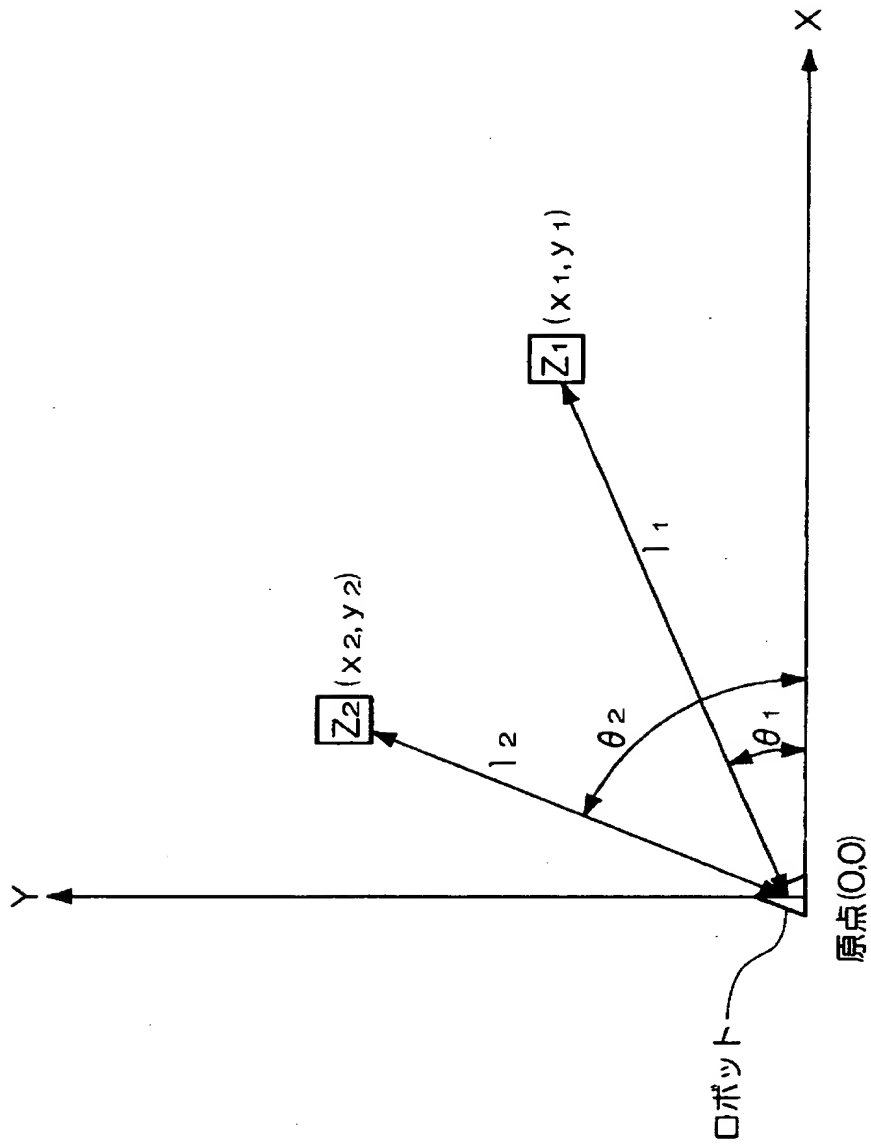
【図 2】



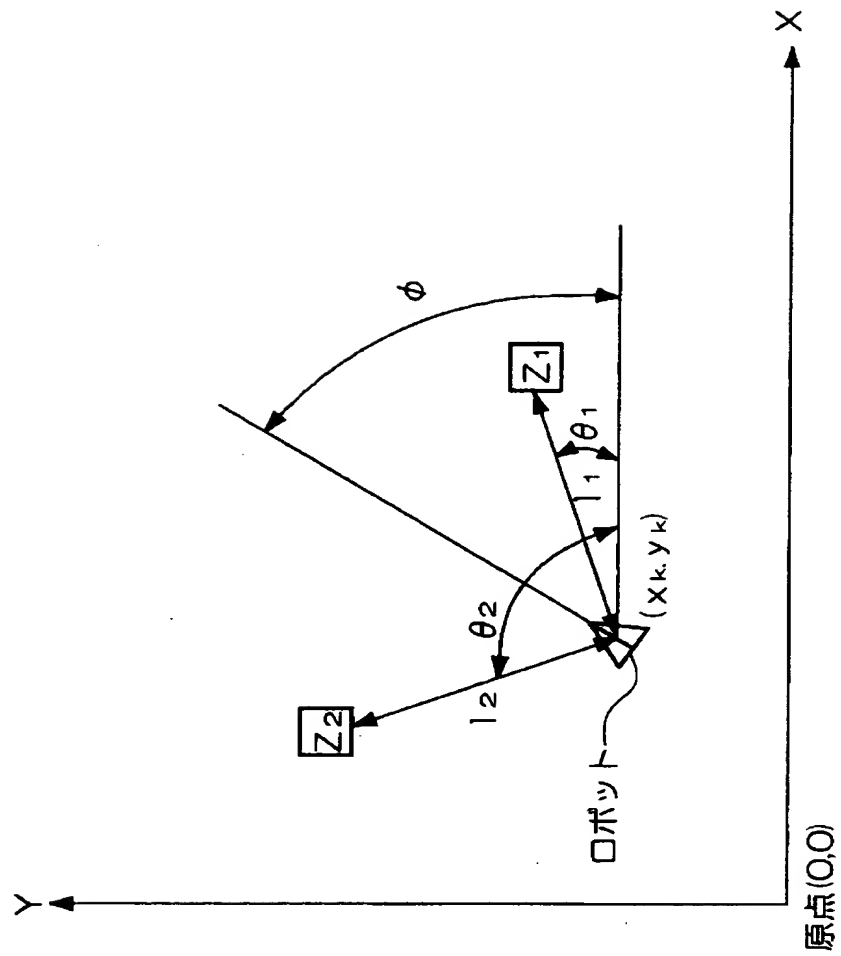
【図 3】



【図 4】



【図 5】



【書類名】 要約書

【要約】

【課題】 ロボットや自動車が自律的に移動する際の自己の位置検出を簡単に行うことができる位置検出装置を提供することを目的とする。

【解決手段】 移動体の自己位置を検出する位置検出装置であって、移動体の前方視野の輝度画像を取得する輝度画像取得手段と、輝度画像取得手段と同一の視野を有し、輝度画像取得手段が輝度画像を取得するのと同時に距離画像を取得する距離画像取得手段と、少なくとも連続する2フレームの輝度画像からそれぞれ特徴点を抽出する特徴点抽出手段と、特徴点抽出手段によって抽出された特徴点の2フレーム間の位置の変位量を距離画像に基づいて算出し、当該変位量から自己位置を算出するための基準特徴点を選択する基準特徴点選択手段とを備えたことを特徴とする。

【選択図】 図1

認定・付加情報

特許出願の番号	特願 2000-157299
受付番号	50000655801
書類名	特許願
担当官	第七担当上席 0096
作成日	平成 12 年 5 月 29 日

<認定情報・付加情報>

【特許出願人】

【識別番号】	000005326
【住所又は居所】	東京都港区南青山二丁目 1 番 1 号
【氏名又は名称】	本田技研工業株式会社

【代理人】

申請人

【識別番号】	100064908
【住所又は居所】	東京都新宿区高田馬場 3 丁目 23 番 3 号 ORビ ル 志賀国際特許事務所
【氏名又は名称】	志賀 正武

【選任した代理人】

【識別番号】	100108578
【住所又は居所】	東京都新宿区高田馬場 3 丁目 23 番 3 号 ORビ ル 志賀国際特許事務所
【氏名又は名称】	高橋 詔男

【選任した代理人】

【識別番号】	100101465
【住所又は居所】	東京都新宿区高田馬場 3 丁目 23 番 3 号 ORビ ル 志賀国際特許事務所
【氏名又は名称】	青山 正和

【選任した代理人】

【識別番号】	100094400
【住所又は居所】	東京都新宿区高田馬場 3 丁目 23 番 3 号 ORビ ル 志賀国際特許事務所
【氏名又は名称】	鈴木 三義

【選任した代理人】

【識別番号】	100107836
【住所又は居所】	東京都新宿区高田馬場 3 丁目 23 番 3 号 ORビ ル 志賀国際特許事務所

次頁有

認定・付加情報（続き）

【氏名又は名称】	西 和哉
【選任した代理人】	
【識別番号】	100108453
【住所又は居所】	東京都新宿区高田馬場3丁目23番3号 ORビ ル 志賀国際特許事務所
【氏名又は名称】	村山 靖彦

出 願 人 履 歴 情 報

識別番号 [0 0 0 0 0 5 3 2 6]

1. 変更年月日 1 9 9 0 年 9 月 6 日

[変更理由] 新規登録

住 所 東京都港区南青山二丁目 1 番 1 号
氏 名 本田技研工業株式会社